

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

1. They are Grinding, Polish, Milling, and Cutting about Work Especially like Metallic Work. Or it is Tool for Cutting Processed with Honing Etc. At least one ingredient removal section is included, and the operation part of this ingredient removal section is hard material. It consists of the composite material containing a charge. this composite material -- usually -- fiber of continuation carbon and/or a ceramic ingredient It is constituted. from -- It is formed in the condition of the matrix containing carbon and hard material. It is the tool for cutting which gets down and is characterized by an operation part like the cutting side of a cutting tool or a milling tool at least consisting of this composite material.

2. Said fiber structure is constituted the shape of Webb, the shape of weave, and in the shape of knitting. Tool indicated to claim 1 characterized by being.

3. Said hard material is fundamentally created using metaled liquid osmosis by INSAICHU. Tool which indicates \*\*\*\*\* to claim 1 by which it is characterized.

4. It is \*\* as the description about a part of termination edge of said fiber being located to the surface field of an operation part. Tool indicated to \*\*\*\*\* 1 or claim 2.

5. the tool indicated to claim 4 -- it is -- the termination edge of the fiber of said tool -- operation part Perpendicular to a vertical plane [ as opposed to / are in a surface field and / the surface field of an operation part ] fiber is suitable in the direction in which \*\* and a bigger direction component are arranged -- the description \*\* -- tool to carry out.

6. Rate of carbon fiber which said a part of fiber [ at least ] consists of carbon, and it occupies to the fiber structure Claim 1 characterized by \*\* being from 50% to 100% thru/or 5 are not. Tool indicated it to be \*\*.

7. Said some of hard material [ at least ] exists in the state of crystal carbide. Tool

indicated to claim 1 by which it is characterized.

8. The particle size of said crystal carbide is 10 micrometers or more preferably even at 5 to 100 micrometers. Tool which indicates a certain thing to claim 7 by which it is characterized.

9. Said crystal carbide is silicon carbide, titanium carbide, zirconium carbide, and chromium carbide. And/or, \*\* characterized by being carbide from the group of vanadium carbide Tool indicated to \*\*\*\* 7.

10. Indicate to claim 9 to which said crystal carbide is characterized by being silicon carbide. Tool.

11. In addition to crystal carbide, the crystal boride also exists in said hard material. Tool according to claim 7 by which it is characterized.

12. Said matrix contains the residue on an unreacted metal, and it is the rate of this unreacted metal. \*\* characterized by \*\* being less than 10% of the capacity of the whole composite material Tool indicated to \*\*\*\* 1.

13. said a part of fiber [ at least ] -- a ceramic raw material especially silicon carbide, and/-- again -- from silicon nitride -- changing -- such fiber -- comparatively -- 50% of the whole fiber structure \*\* -- claim 1 characterized by occupying for 100% thru/or either of 5 -- account Tool which carries out \*\*.

14. the content of the fiber to the unit capacity of a composite material -- 20% to 70% up to -- claim 1 preferably characterized by a certain thing 50% or more thru/or 13 -- it is -- Tool indicated it to be a gap.

15. Said composite material is in the form of powder-like hard material and/or powder carbon. To claim 1 characterized by containing filler material thru/or either of 11 Tool to indicate.

16. Particle size of said filler material is characterized by being for 1 to 100 micrometers. Tool indicated to claim 15.

17. the thing of matrix capacity which said filler material contains less than 50% -- the description \*\* -- tool indicated to claim 15 to carry out.

18. It is an account to claim 15 to which said carbon is characterized by existing in the form of amorphous carbon. Tool which carries out \*\*.

19. The component of each filler material is \*\* at less than 10% of weight of the weight of a composite material. Tool which indicates \*\*\*\*\* to claim 15 by which it is characterized thru/or either of 17.

20. Said metallic carbide puts under a reaction with carbon, and is the surrounding pore structure of the fiber structure. It is \*\*\*\*\* to claim 9 characterized by carrying out liquid osmosis of each metal, and growing into inside. \*\*\*\*\*.

21. The content capacity of the pore structure where it filled up with the above is the capacity of a composite material comparatively. It is being from 15% to 30% preferably at 5 to 50%. Tool indicated to claim 3 by which it is characterized thru/or 20.
22. Said carbon fiber is \*\* about the tension elastic modulus of the range between 200 and 300Gpa(s). Tool indicated to claim 6 characterized by carrying out.
23. The hard material content capacity in said composite material is at 10 to 50%. Tool which indicates a certain thing to claim 1 by which it is characterized.
-

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	
B 2 3 C 5/16		B 2 3 C 5/16	
B 2 4 D 3/06		B 2 4 D 3/06	
3/14		3/14	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 27 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-532497  
 (86) (22) 出願日 平成10年1月21日 (1998.1.21)  
 (85) 翻訳文提出日 平成11年7月30日 (1999.7.30)  
 (86) 国際出願番号 P C T / E P 9 8 / 0 0 2 9 1  
 (87) 国際公開番号 W O 9 8 / 3 3 6 2 5  
 (87) 国際公開日 平成10年8月6日 (1998.8.6)  
 (31) 優先権主張番号 1 9 7 0 3 2 0 2 . 8  
 (32) 優先日 平成9年1月30日 (1997.1.30)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (81) 指定国 E P (A T, B E, C H, D E, D K, E S, F I, F R, G B, G R, I E, I T, L U, M C, N L, P T, S E), J P, U S

(71) 出願人 ドイチェス ツェントゥルム フューア  
 ルフトーウント ラオムファールト エー  
 ファオ  
 ドイツ連邦共和国 ボン D-53175  
 (72) 発明者 ヴァルター クレンケル  
 ドイツ連邦共和国 レーニンゲン D-  
 71272 アム アルテン シュボルトブラ  
 ッツ 17  
 (72) 発明者 リヒャルト コッヘンデルファー  
 ドイツ連邦共和国 シュトゥットガルト  
 D-70619 ズイルバヴァルトシュトラ  
 ーセ 1  
 (74) 代理人 弁理士 楠本 高義

最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 切削加工用工具

## (57) 【要約】

少なくとも1つの材料除去工具有を含み、その作用部分  
 は、硬質材料を含有するコンポジット材料から構成さ  
 れ、研削、研磨、フライス加工、切断またはホーニング  
 仕上げ等による加工、特に金属加工を行う切削加工用工  
 具。コンポジット材料が、炭素及びまたはセラミック材  
 料で作られた実質的に連続した繊維からなる繊維構造、  
 ならびに炭素および硬質材料を含有するマトリックスに  
 よって形成されることがこの工具の特徴である。また、  
 切削または研削工具の切削表面のような作用部分が、こ  
 のコンポジット材料で作られていることも特徴とする。

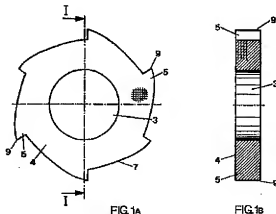


FIG. 1a

FIG. 1b

## 【特許請求の範囲】

1. 特に金属性の工作物のような工作物を研削、研磨、フライス加工、切削、またはホーニング仕上げ等により加工する切削加工用工具であって、  
少なくとも1つの材料除去部を含み、該材料除去部の作用部分は、硬質材料を含有するコンポジット材料から成り、  
該コンポジット材料は、通常連続炭素及び／またはセラミック材料の繊維から構成され、炭素と硬質材料を含有するマトリックスの状態に形成されており、少なくとも切削工具またはフライス加工工具の切削面のような作用部分は、このコンポジット材料から成ることを特徴とする切削加工用工具。
2. 前記繊維構造がウェブ状、ウィーブ状及び／またはニット状に構成されていることを特徴とする請求項1に記載する工具。
3. 前記硬質材料が、基本的にインサイチュで金属の液体浸透を用いて作成されることを特徴とする請求項1に記載する工具。
4. 前記繊維の終末端部の一部分が、作用部分の表面領域にあることを特徴とする請求項1または請求項2に記載する工具。
5. 請求項4に記載する工具であって、前記工具の繊維の終末端部が作用部分の表面領域にあり、作用部分の表面領域に対する垂直面に対して垂直方向でなく、より大きな方向成分が配置される方向に、繊維が向いていることを特徴とする工具。
6. 前記繊維の少なくとも一部が炭素から成り、繊維構造に占める炭素繊維の割合が50%から100%までであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載する工具。
7. 前記硬質材料の少なくとも一部が、結晶炭化物の状態で存在していることを特徴とする請求項1に記載する工具。
8. 前記結晶炭化物の粒径が5から100  $\mu\text{m}$ までで、好ましくは10  $\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項7に記載する工具。
9. 前記結晶炭化物が、炭化珪素、炭化チタン、炭化ジルコニウム、炭化クロム、及び／または炭化バナジウムの群からの炭化物であることを特徴とする請

求項7に記載する工具。

10. 前記結晶炭化物が、炭化珪素であることを特徴とする請求項9に記載する工具。
11. 前記硬質材料中に、結晶炭化物に加えて結晶ホウ化物も存在していることを特徴とする請求項7に記載の工具。
12. 前記マトリックスが、未反応金属上に残留物を含有し、該未反応金属の割合がコンポジット材料全体の容量の10%未満であることを特徴とする請求項1に記載する工具。
13. 前記繊維の少なくとも一部が、セラミック原料、特に炭化珪素及び／または窒化珪素から成り、このような繊維の割合が、繊維構造全体の50%から100%の間を占めることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載する工具。
14. コンポジット材料の単位容量に対する繊維の含有量が、20%から70%まで、好ましくは50%以上あることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載する工具。
15. 前記コンポジット材料が、粉末状の硬質材料及び／または粉末炭素の形で、フィラー材を含有することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載する工具。
16. 前記フィラー材の粒径が、1から100 $\mu\text{m}$ の間であることを特徴とする請求項15に記載する工具。
17. 前記フィラー材が、マトリックス容量の50%未満含有されることを特徴とする請求項15に記載する工具。
18. 前記炭素が、非晶質炭素の形で存在することを特徴とする請求項15に記載する工具。
19. 各フィラー材の成分が、コンポジット材料の重量の10%未満の重量であることを特徴とする請求項15乃至17のいずれかに記載する工具。
20. 前記金属炭化物が、炭素との反応下において、繊維構造の周りの気孔構造中に各々の金属を液体浸透させて成ることを特徴とする請求項9に記載する

る工具。

21. 前記の充填された気孔構造の含有容量の割合が、コンポジット材料の容量の5%から50%までで、好ましくは15%から30%までであることを特徴とする請求項3乃至20に記載する工具。
22. 前記炭素繊維が、200から300 G p aの間の範囲の引張り弾性率を有することを特徴とする請求項6に記載する工具。
23. 前記コンポジット材料中の硬質材料含有容量が、10%から50%までであることを特徴とする請求項1に記載する工具。

## 【発明の詳細な説明】

切削加工用工具

本発明は、工作物を研削、研磨、フライス削り、切断あるいはホーニング等により加工する加工の為の工具に関する。特に、金属製の工作物を切削加工する工具に関し、工具は少なくとも1つの材料除去部（加工部）を含み、その作用部分は硬質材料を含むコンポジット材料から成る。

この種の切削加工用工具としては、ドイツ特許No. DE-A1 41 06 005に開示された工具が知られている。このような工具は様々な用途に使用され、基本的には、材料除去によるフライス削り、切削、ホーニング及び研削の分野で使用されている。このような切削加工において非常に重要なことは、材料を正確に除去することである。更に、このような工具は、長い工具寿命を有す必要がある。すなわち、適切で、再現可能かつ制御可能に、所望の精度で材料を除去して、長期間使用できる必要がある。このような工具の寿命は、基本的には工具の作用部分に含まれる硬質材料によって決まる。硬質材料は結晶体から成るので、鋭い切刃構造を呈する。長期にわたる加工により、この鋭い切刃の結晶構造が破壊され、工具の研削効果が減少する。このような工具で切削される材料の種類や切削速度によっても異なるが、工具が切削面に及ぼす速度や工具が耐えねばならない高い温度は、特に作用部分に生じる。

上記のドイツ特許No. DE-A1 41 06 005で開示された研削工具及び切削工具には、合成材料マトリックスを有する基体が含まれ、この基体は、炭素繊維強化されている。硬質材料をダイヤモンドあるいは窒化ホウ素の砥粒の形で結合材の中に含むコーティングが、基体に塗布される。電気めっきあるいは非電着性めっきした金属コーティングが、基体とコーティング間の一時的なコーティングとして基体上に塗布され、基体上に研磨コーティングをより強く結合させる。このような研削工具の問題は、合成材料の温度耐性によって、工具自体の温度耐性が制限されることである。合成材料は、特に高温の影響を受けて、軟化あるいは結合力が低下する傾向がある。特に工具本来の安定性が確保されずに精



密な加工ができなくなる。さらにこのことから、歯を製造する工具のような複雑な工具構造は、長期の工具寿命の間、その安定性と形状を維持するように製造され得ない。

上述の従来技術及びそれに関連する問題に基づき、本発明では、高い熱安定性、熱衝撃耐性及び損傷許容性を有し、所望の用途のために、要求された精度で、任意の形状・寸法に製造され得る切削加工用工具を製造することを目的とする。

上記の特徴を有する工具を製造するという上述の目的は、コンポジット材料を、通常連続炭素及び／あるいはセラミック材料繊維から形成された繊維構造、および炭素と硬質材料を含むマトリックスとから形成し、少なくとも切削あるいはブライス工具の切削面のような作用部分を、このコンポジット材料から形成することで達成される。

繊維構造はウェブ状、ウィーブ状、ニット状で形成されるのが好ましい。

更に、硬質材料は基本的に、金属の液体浸透を利用してインサイチュで形成されるのが好ましい。

工具の基本概念は、少なくとも作用部分、例えば切削刃が、連続繊維構造から成り、結合の為に重要成分として、研削性の硬質材料を含むマトリックスの基本構造を含むということである。好ましくは、これらの硬質材料は、金属の液体浸透を利用して、インサイチュで形成される。すなわち、液体金属が炭素結合繊維構造の定められた開口気孔構造に浸透する。液体浸透の代わりに、気体状の金属を、例えば、気相分離法を使って浸透させることも可能である。この方法を使用すると、例えば、工具表面の研削効果に必要な硬質材料を埋め込むための合成材料を使用する必要がなくなる。炭素及び／あるいはセラミック材料からなる繊維構造は、液体金属が気孔構造に浸透する間に生ずる高い温度、つまり、硬質材料を考慮して温度が1400℃を超える場合に、耐性があるという好都合な点がある一方、工具が複雑な表面構造を有する場合でさえ、金属の液体浸透の前に、製造される工具の最終的な輪郭に非常に近い状態の繊維構造の予成型品が形成され得る。炭素結合した炭素繊維及び／あるいはセラミック繊維で形成されるこの予成型品の構造は、切削加工用工具の使用状況に耐え、作用表面に十分な自由領域があるという、非常に安定した基本構造を有するので、マトリックスに埋めこま

れた硬質材料が、切削加工される工作物の材料を除去するため、その鋭利な結晶構造をさらしても、依然としてマトリックスにしっかり埋め込まれている。この繊維構造は、製造中には安定化要素を形成するが、切削加工される材料の除去中は、埋め込まれた硬質材料と比較すると、安定性が劣る。それでも、この繊維構造は、材料の強度、剛性及び熱衝撃耐性を増加させるという点で、良い特性と効果を示す。一方、作用表面にさらされた繊維構造、すなわち、作用部分の表面部で終了する連続繊維は、繊維の先端が加工された面を通過する際にできる刷毛目効果を生み出して、材料の除去にある程度貢献する。規定の配列の繊維構造が刷毛目効果を有する主な理由は、繊維構造に連続繊維が規定の方法で配列されるからである。

上記の繊維構造の刷毛目効果に関して、作用部分の表面領域で終了している工具の繊維は、作用部分の表面領域に垂直な法線面方向に対して、垂直ではなくて、より大きな方向成分を示すように、繊維の軸が配列されるのが好ましい。つまり、刷毛目効果に加えて、繊維間の自由空間が、結晶質の硬質材で埋められた部分の大部分を占めるので、表面と平行に配列された場合と異なり、繊維は表面に対してとげのようになる。

繊維構造の繊維のほとんどの部分が炭素で形成されている場合は好都合である。多くの場合、下記に示すような特有の利点があるため、50%から100%までの部分が純粋な炭素繊維から成る繊維構造を有するのが好ましい。炭素繊維構造を使用するのが好ましいという理由は、第1に、炭素繊維が未加工状態で簡単に繊維構造、例えば、ウェブ状、ウィーブ状あるいはニット状に形成できるということ、および第2に、炭素繊維は、温度処理により炭素を含むポリマーに浸透した後、本来の安定した状態に固化するからである。更に、炭素繊維を部分的に使用して、液体金属を浸透させて炭化物を形成することもできる。このような金属炭化物が、研削材料を除去するための硬質材料として好ましい。硬質材料の一部は、結晶炭化物の状態で存在する。結晶炭化物は、加工される材料を最適に除去できるように、非常に鋭利な結晶構造を示す。結晶炭化物の粒径は、 $5\mu\text{m}$ と $100\mu\text{m}$ の間であり、好ましくは、 $10\mu\text{m}$ より粒径が大きいほうが好ましい。高性能切削加工における除去性能は、粒径が小さ過ぎると、かなり低下し、一

方、

粒径が $10\mu\text{m}$ より大きい場合には、粒子の粉碎によって切刃が絶えず入れ替わるので、結果的に切削性能が著しく増大するという効果が得られるということが判明している。

結晶炭化物は、炭化珪素、炭化チタン、炭化ジルコニウム、炭化クロム、炭化バナジウムから成る群から選択される。珪素、チタン、ジルコニウム、クロム及びバナジウムは、融点がそれぞれ、 $1410^{\circ}\text{C}$ 、 $1683^{\circ}\text{C}$ 、 $1852^{\circ}\text{C}$ 、 $1875^{\circ}\text{C}$ 、 $1919^{\circ}\text{C}$ と、 $2000^{\circ}\text{C}$ より低いので、上述の液体浸透に特に適している。上記の群の中でも、珪素が特に好ましいことが判明している。その理由は、融点が低いからだけでなく、特に炭素繊維が繊維構造に使用される場合に、珪素の一部が炭素繊維と炭化珪素を形成し、硬質材料が高い割合でコンポジット体の中に含まれるからである。

グレードの低い金属からなるコンポジット材料を使用して、融点をさらに低下させることができる。これによって、コンポジット材料体の製造中、繊維構造の周りの多孔質構造へ液体金属が浸透して、共晶混合物が形成されるが、融点が低いために繊維に過剰な熱ストレスがかかることなく、また、金属浸透の全工程にかかる時間も短縮する。溶融珪素などの融解した金属にホウ素を加えることが好ましい。この場合、ホウ素の割合は、マトリックス中に存在する金属全体の10%未満にすべきである。ホウ素の割合が金属全体の3%である場合、例えば珪素の融点は、 $1385^{\circ}\text{C}$ 未満に低下させることができる。さらに、高い研削効果を有するホウ化物及び珪化物が形成され、炭化珪素の粒径が大きくなり、工具の材料除去性能と工具寿命が増大する。

繊維構造の繊維はまた、炭化珪素及び／あるいは窒化珪素などの非酸化セラミック繊維あるいは、珪素、ホウ素、炭素及び窒素を含む繊維システムでも形成することができる。炭化珪素及び／あるいは窒化珪素繊維を使用した好ましい実施の形態において、炭化珪素及び／あるいは窒化珪素の割合は、繊維構造全体の50%と100%の間である。このような炭化珪素繊維及び／あるいは窒化珪素繊維を使用した結果、炭素繊維を使用した場合と異なり、コンポジット材料中の硬

質材料の割合は、既に硬質材料が繊維状で存在するという理由だけで増加する。

コンポジット材料一単位量あたりの繊維の含有量は、20～70%であり、好

ましくは50%より多い。一単位量あたりの繊維の含有量が50%から70%までと高い方が好ましいというのは、硬質材料がしっかり埋め込まれた、粒子強度の限界が高い、密度の高い材料となるという利点があるからである。

コンポジット材料の研削力は、コンポジット材料のマトリックス中にフィラー材を粉末硬質材料及び／あるいは粉末炭素の状態に入れることによって、明確に設定することができる。フィラー材は各々、コンポジット材料の重量の10%未満であるのが好ましい。金属炭化物が形成される場合、粉末状の炭素は一定の量で、すなわち、例えば炭化珪素を形成するための珪素などの液体浸透によって沈積する金属と反応するのに十分な量でマトリックスに入れられる。しかし、一定の粒径の粉末状の硬質材料を、一定の配分でマトリックスに入れることも可能である。これによって、例えば、コンポジット材料の炭化珪素の含有量などのような硬質材料の含有量を、選択的に増加させ、その結果、工具の切削性能を向上させ得る。このような方法でマトリックスに入れられるフィラー材は、1から100  $\mu\text{m}$ までの範囲の粒径を有し、この粒径範囲内で良好な研削力が得られる。

炭素は、フィラー材としてマトリックスに入れられる場合、非晶質炭素の形で存在させなければならない。非晶質炭素が好ましいのは、グラファイト炭素と比較して、研削効果が高いからである。さらに、非晶質炭素は、金属材料との炭化物形成に役立つからである。

上述したように、使用するのに好ましい金属炭化物は、各々の金属を繊維構造の周りの多孔構造へ液体浸透させて、炭素と反応させて形成されたものである。繊維構造の容量割合は、コンポジット材料の容量の5%と50%の間の範囲内であり、好ましくは15%から30%までの範囲内である。15%から30%までの範囲内であるのが好ましいのは、遊離金属の残量が限定され、高い毛管効果とそれによる急速浸透が得られて、繊維との反応も許容できるほどに低くなるからである。

あらゆる種類の繊維及びその改良品、例えば、高力繊維あるいは高モジュール

繊維を、炭素繊維から成る繊維構造に使用することができるが、引張り弾力率が200GPa～300GPaの繊維が好ましい。このような繊維は、熱影響下でコンポジット材料を製造している時でも、加工用に工具を使用している時でも、

十分に高い熱安定性を示す。更に、これらの炭素繊維で、最も高いコンポジット材料の繊維セラミック強度が得られる。連続繊維は、いかなる空間軸にも配向することができるが、少なくとも一つの平面において半等方設計であるのが好ましい。

本発明の方法で設計された工具の更なる詳細及び特徴については、添付の図面を参照に、例示された実施の態様の下記の説明から容易に明らかになる。

図1Aは、フライス盤の一部を示す平面図であり、図1Bは、図1Aの切断線I-Iについての断面図である。図2Aは、キャリアデバイスと差込フライスを有するフライスヘッドの平面図であり、図2Bは、図2Aの切断線II-IIについての断面図である。図3は、外側研磨リングと内側キャリアディスクを有する砥石車である。図4A、4B及び4Cは、種々の砥石輪郭を有する図3に示した研磨リングの断面図である。図5A及び5Bは、テーパ砥石、円筒砥石を示す。図6は、外周上に主軸の軸方向に回転する何枚かの切削面（切刃）を有する切削主軸を示す。図7A及び図7Bは、それぞれ互いに垂直な二つの平面における、本発明に係るコンポジット材料の走査電子顕微鏡画像を示し、図7Aの断面図は、図3及び6のXで示した部分の拡大図であり、図7Bの画像は、図3及び6のYで示した部分である。

下記の製造工程を実施して、図1～7で示した本発明に関する切削加工用工具が製造される。

図3に示すような工具を作製するために、研削リング1をキャリアディスク2の上に設置する。ディスクには、ドライブ軸を挿入するための穴3があり、研削リング1の形状に対応する型が作製される。繊維構造は、好ましくは炭素の1つであるが、必要な場合は、この鋳型の中にセラミック繊維も形成させる。この構造物には、所定の二次元または三次元の構造がなければならない。例えば、ウェーブ状、ニット状またはウィーブ状では、連続繊維を使わなければならない。各

々の繊維の層を直交異方的な方法で互いに積層して、研削面について所定の方法で、各々の繊維を配列する。これは、後で繊維が研削面に刷毛状に置かれるように、繊維の大部分が研削面に対して垂直な平面で終了するようにしなければならないということである。別の製造工程では、この繊維構造に、前駆物質とも呼ばれて

いる炭素を多く含んだポリマーを浸透させる。このような各々の繊維に浸透させることは、繊維構造を形成する前にも行われ得る。この場合、各々の繊維に浸透させるか、ウィーブ状、ニット状およびウエップ状の各々の繊維層に浸透させるかのいずれかによっても行われ得る。樹脂射出、巻取りまたはプレプレグ技術によってこの浸透を行うことができる。ポリマーの炭素含有量は、好ましくは、熱分解後重量の30%未満でなければならない。それはすなわち以下のようなことである：後述するように、ポリマーの炭素含有率がこのように高いので、必要な炭化物を形成することができる。繊維の被覆、浸透、埋め込み（マトリックス）に用いられるこのポリマーに追加のフィラー材を加えることができる。そして、このフィラー材は、基本的に炭素に加えて硬質材料からも構成される。このような硬質材料は、加工効果をもたらすように構成されなければならない。粉末状のこのようなフィラー材の粒径は、1から100 $\mu\text{m}$ までの範囲内の適切な粒径でなければならない。繊維構造に浸透させる前に、このポリマーにフィラー材が加えられ、浸透用のポリマー懸濁液が提供される。この懸濁液の容量に対して、フィラー材の容量は、30%未満でなければならない。5パールという適切な射出圧と約200℃の温度で、ポリマー懸濁液を繊維本体に射出できる。

このように生成された本体を、硬化後、好ましくは窒素のような保護ガスを用いて、約900℃の温度で圧力をかけないで熱分解する。熱分解の結果、ポリマーマトリックスは非晶質炭素に変換される。同時に、ポリマーマトリックスの容量が少なくなるので、繊維構造の周りに射出されるポリマー懸濁液の量と種類によって適切に調整し得る開口気孔の微視亀裂構造が形成される。所定の微視亀裂構造を有する予成形成品は、基本的で特有な安定性を有し、図3で示すように製造される予定の研削リング1の外径に対応する。

追加の製造工程において、液体金属、例えば、液体珪素をこの予成形品に含浸させる。この含浸に液体珪素を使用する場合、温度を約1650℃に設定する。すなわち、含浸温度は1410℃という珪素の融点より高い。含浸の間適切に減圧すれば、この含浸を調整し得る。気孔を非常に迅速に充填できる。含浸した液体珪素は、熱分解された樹脂中に存在するか、または樹脂またはポリマーでのフィラー材として、追加されて存在する炭素と反応し、炭化珪素となる。これは、

工具の所望の摩耗性を達成するのに相応しい硬質材料である。インサイチュで形成された炭化珪素は、顕著な結晶構造を示している。温度を、1650℃まで上昇させ、含浸の間、珪素の融点より高い温度で結晶を成長させる。なぜならば、硬質材料の粒は、ブレークアウトを確定するために、また硬質材料の粒がブレークアウトを経て工具を作動させる間に研削面を新しいものと取り替えるためには、硬質材料の粒径が小さすぎではないことがわかったからである。

1650℃の温度で2時間の放置時間の後、重量の60%が繊維で、マトリックスでは重量の5%が炭素で、重量の30%が炭化珪素で、重量の5%が珪素であるコンポジット材料が得られる。炭化珪素の粒径は、5~20μmの間で約2000℃で熱処理の後、約50μmまで大きくなり得る。

熔融珪素は、他の適切な添加物を加えて富化でき、適切な硬質材料を形成する。好ましい添加物は、ホウ素で、特に珪素の量の10%未満の量のものが望ましい。ホウ素を加えると、珪素の融点が下がり、繊維構造を穏やかな条件で扱うことになる（低い熱ストレス）。ホウ素は含浸された金属を用いてホウ化物も形成する。つまり、金属として珪素を含浸する場合、炭化珪素に加えて、硬質材料としてホウ化珪素と炭化ホウ素が生成される。

熔融珪素にその重量の3%のホウ素を加えると、融点は1385℃まで下がり、前述のように、約10倍大きくなっているより大きな炭化珪素粒が生成される。さらに、ホウ化珪素および炭化ホウ素も生成されているのが見られる。

上述のように製造された研削リング1を、図3に示すように、固定したり、ボルトで締めたり、または別の方法を用いたりして、キャリアディスク2に結合する。例えば、キャリアディスクとキャリアリングとの間に結合被覆を用い、この

被覆の構成は、キャリアディスク2の材料に基づく。キャリアディスクとして望ましいのは、研削リング1と類似の構造で、例えば軽重量でそれ自体を識別する炭素繊維体である。それは、研削ディスクの回転の多さを考慮すると特に有利である。また、本発明の研削リング1がさらされる高温度条件に対する耐性を有することから、特に有利である。最後に、炭素繊維構造で作られたキャリアディスク2の追加的な利点は、珪素被覆を介してキャリアディスクに研削リング1を結合しており、この珪素が、キャリアディスク中の遊離炭素と加熱下において反応

して、炭化珪素に変換し、キャリア・ディスク2と研削リング1が強く結合されることである。

図1Aおよび図1Bは、巻取り穴3付のフライス加工ディスク4を示し、このフライス加工ディスクは周辺に配置される多くの刃5を有する。このフライス加工ディスク4は、研削リング1の実例を用いて上記で説明した方法に従って、製造される。

図2Aおよび図2Bは、フライスヘッド6を示し、ここでキャリアボディー7には、それぞれ切削刃9を持つ、加工工具部品8がはめ込まれている。キャリアボディー7は、図3の実施態様のキャリアディスク2に対応する炭素繊維構造から構成し得る。ここで、各々の工具部品8は、上述の結合技術、例えば、珪素被覆によって炭素繊維構造に結合されている。この結合技術を用いると、適切な温度設定により工具部品8をキャリアボディー7から分離でき、摩耗した場合それを新しいものに取り替え得るという利点もある。

図4A、図4Bおよび図4Cでは、上記の方法は、所定の方法で非常に異なる形状の工具の加工領域での製造に使用できることが示されている。例えば図4Bおよび図4Cにはっきり示すように、円または先細り形状を製造するのに使用できる。加工領域をこのような形状にするには、プリボディまたは予成形品を形成することで、非常に狭い許容誤差で最終的な形にできるので、上記の方法を用いて製造された工具を仕上げ加工に供する必要はない。工具の形状の製作については、例えばダイヤモンド工具によって精密な形状が実現できる。

図5Aおよび図5Bは、それぞれキャリアピン11に連結したテーパ砥石1



1と円筒砥石11を示す。このキャリアピンの好ましい材料は、例えば、セラミックコンポジット材料または弾性鋼のような金属である。例えば、珪素被覆または半田付けによって、キャリアピンが正方形に形成され、砥石10に対応する穴に挿入することにより、上記のように積極固定および強制ロッキングを行うことができる。

図6は、切削シャフトを示し、大きいサイズの加工用工具も作製し得ることをはっきり示している。この切削シャフト12には、回転軸13に平行である溝状のくぼみ14があり、このくぼみ14の外側の端がその他のもの(図1Aに表示

のものと比較可能)よりもずっと外側の方に放射状に突起があり、突起のある端が切削端部を形成する。この切削シャフトも、上記の製造方法に従って製造する。

図7Aおよび図7Bは、図3および図6に指定されているXとYを付けた局部セグメントの走査型電子顕微鏡の画像(SEM画像)を示す。すなわち、互いに垂直である平面上の工具の構造を示す局部セグメントである。

図7Aの断面図で示すように、二次元のくもの巣状炭素層が断面に沿って、または垂直に通り、直角の繊維が上記の刷毛形の効果をもたらす。画像では、炭素繊維を黒い領域で表し、白い領域は、炭化珪素および残留珪素を表す。珪素および炭化珪素が繊維の周りのマトリックスに埋め込まれるので、繊維の道筋は、炭化珪素および珪素構造体からはっきり確認できる。図7A、図7Bの画像は15倍の倍率である。各々のくもの巣状の層によって形成された材料の層状構造は、図7Aに確認できる。前述のように、刃の面について炭素繊維ロービングを0度および90度に配列する。材料は、およそ2/3が炭素、およそ1/3が珪素から成り、その中のポリマーまたは前駆物質または浸透物質の中に繊維を埋め込んでいる状態で設定された繊維含有量によって変わる。

図7Aの断面図に垂直である部分を示している図7Bでは、それとは対照的に、結び目、くもの巣状の繊維及び繊維とマトリックスとの間の密接な連絡が認められる。繊維ロービングの結び目領域では、残留マトリックス材料の塊が発生し得、それはもっと大きな相互に結合する白い領域によって認められる。また、図

7 Bには、互いに直角の位置にある横系と縦系のあるくもの巣状のものが見える

。

【図1】

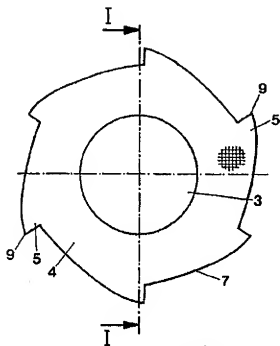


FIG. 1A

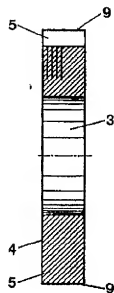


FIG. 1B

【図2】

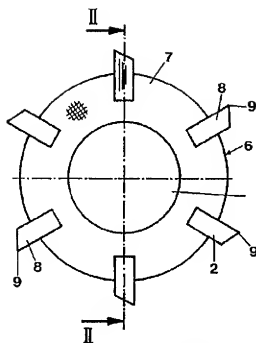


FIG. 2A

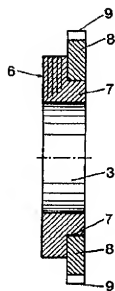


FIG. 2B

【図3】

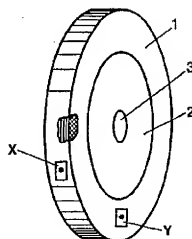


FIG. 3

【図4】

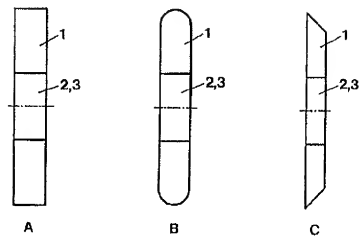


FIG.4

【図5】

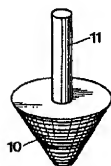


FIG.5A

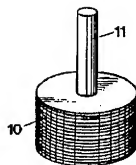


FIG.5B

【図6】

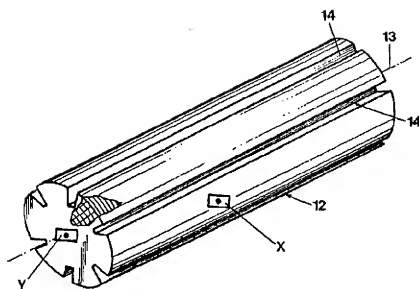


FIG. 6

【図7】

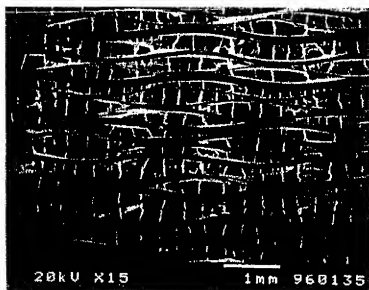


FIG. 7a

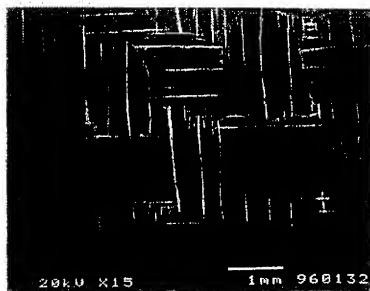


FIG. 7b

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成11年3月1日(1999. 3. 1)

【補正内容】

請求の範囲

1. 特に金属製の工作物のような工作物を研削、研磨、フライス加工、切削、またはホーニング仕上げ等により加工する加工用工具(6;10;12)であって、  
    切削面(9)の形で少なくとも1つの作用部分を有する、少なくとも1つの材料除去部(8)を有し、該少なくとも1つの材料除去部の切削面(9)は、硬質材料を含有し、  
    該切削面を作るために、炭素と硬質材料とを含有しているマトリックスと、基本的に炭素の連続繊維および/またはセラミック材料から構成されている予成形品が作られ、液体金属を該予成形品に浸透させて、炭素繊維の炭素および/またはフィラー材として加えられた炭素と金属との反応を起こさせることで、インサイチュで硬質材料を形成させ、繊維の終了端部の一部分が切削面(9)の表面領域にあることを特徴とする加工用工具。
2. 前記繊維構造が、ウェーブ状、ウィーブ状及び/またはニット状に構成されていることを特徴とする請求項1に記載する工具。
3. 請求項1に記載する工具であって、前記工具の繊維の終了端部が作用部分の表面領域(9)にあり、作用部分の表面領域(9)に対する垂直面に対して垂直方向でなく、より大きな方向成分が配置される方向に繊維が向いていることを特徴とする請求項1に記載する工具。
4. 前記繊維の少なくとも一部が炭素から成り、繊維構造に占める炭素繊維の割合が50%から100%までであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載する工具。
5. 前記硬質材料の少なくとも一部が、結晶炭化物の状態で存在していることを特徴とする請求項1に記載する工具。
6. 前記結晶炭化物の粒径が5から100 $\mu\text{m}$ まで、好ましくは10 $\mu\text{m}$ 以上

であることを特徴とする請求項5に記載する工具。

7. 前記結晶炭化物が、炭化珪素、炭化チタン、炭化ジルコニウム、炭化クロム、及び／または炭化バナジウムの群からの炭化物であることを特徴とする請求項5に記載する工具。
8. 前記結晶炭化物が、炭化珪素であることを特徴とする請求項7に記載する工具。
9. 前記硬質材料中に結晶炭化物に加えて、結晶ホウ化物も存在していることを特徴とする請求項5に記載の工具。
10. 前記マトリックスが、未反応金属上に残留物を含有し、該未反応金属の割合がコンポジット材料全体の容量の10%未満であることを特徴とする請求項1に記載する工具。
11. 前記繊維の少なくとも一部が、セラミック原料、特に炭化珪素及び／または窒化珪素から成り、このような繊維の割合が、繊維構造全体の50%から100%の間を占めることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載する工具。
12. コンポジット材料の単位容量に対する繊維の含有量が、20%から70%まで、好ましくは50%より多いことを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載する工具。
13. 前記コンポジット材料が、粉末状の硬質材料及び／または粉末炭素の形で、フィラー材を含有することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載

する工具。

14. 前記フィラー材の粒径が、1から100  $\mu\text{m}$ の間の範囲であることを特徴とする請求項13に記載する工具。
15. 前記フィラー材の含有量が、マトリックスの容量の50%未満であることを特徴とする請求項13に記載する工具。
16. 前記炭素が、非晶質炭素の状態で存在することを特徴とする請求項13に記載する工具。



17. 各フィラー材の成分が、コンポジット材料の重量の10%未満の重量であることを特徴とする請求項13または15のいずれかに記載する工具。
18. 前記金属炭化物が、炭素との反応下において、繊維構造の周りの気孔構造中に各々の金属を液体浸透させて成ることを特徴とする請求項7に記載する工具。
19. 前記の充填された気孔構造の含有容量の割合が、コンポジット材料の容量の5%から50%までで、好ましくは15%から30%までであることを特徴とする請求項1乃至18に記載する工具。
20. 前記炭素繊維が、200から300 GPaの間の範囲の引張り弾性率を有することを特徴とする請求項4に記載する工具。
21. 前記コンポジット材料中の硬質材料含有容量が、10%から50%までであることを特徴とする請求項1に記載する工具。

密な加工ができなくなる。さらにこのことから、歯を製造する工具のような複雑な工具構造は、長期の工具寿命の間、その安定性と形状を維持するように製造され得ない。〔ここに2aを挿入する〕

上述の従来技術及びそれに関連する問題に基づき、本発明では、高い熱安定性、熱衝撃耐性及び損傷許容性を有し、所望の用途のために、要求された精度で、任意の形状・寸法に製造され得る切削加工用工具を製造することを目的とする。

上記の特徴を有する工具を製造するという上述の目的は、コンポジット材料を、通常連続炭素及び／あるいはセラミック材料繊維から形成された繊維構造、および炭素と硬質材料を含むマトリックスとから形成し、少なくとも切削あるいはフライス工具の切削面のような作用部分を、このコンポジット材料から形成することで達成される。

繊維構造はウェーブ状、ウィーブ状、ニット状で形成されるのが好ましい。

更に、硬質材料は基本的に、金属の液体浸透を利用してインサイチュで形成されるのが好ましい。

工具の基本概念は、少なくとも作用部分、例えば切削刃が、連続繊維構造から成り、結合の為に重要成分として、研削性の硬質材料を含むマトリックスの基本

構造を含むということである。好ましくは、これらの硬質材料は、金属の液体浸透を利用して、インサイチュで形成される。すなわち、液体金属が炭素結合繊維構造の定められた開口気孔構造に浸透する。液体浸透の代わりに、気体状の金属を、例えば、気相分離法を使って浸透させることも可能である。この方法を使用すると、例えば、工具表面の研削効果に必要な硬質材料を埋め込むための合成材料を使用する必要がなくなる。炭素及び／あるいはセラミック材料からなる繊維構造は、液体金属が気孔構造に浸透する間に生ずる高い温度、つまり、硬質材料を考慮して温度が1400℃を超える場合に、耐性があるという好都合な点がある一方、工具が複雑な表面構造を有する場合でさえ、金属の液体浸透の前に、製造される工具の最終的な輪郭に非常に近い状態の繊維構造の予成型品が形成され得る。炭素結合した炭素繊維及び／あるいはセラミック繊維で形成されるこの予成型品の構造は、切削加工用工具の使用状況に耐え、作用表面に十分な自由領域があるという、非常に安定した基本構造を有するので、マトリックスに埋めこま

米国特許第4,504,284号は、請求項1の主題に係る工具を開示している。この特許公報では、立体キャリアを有する工具であって、少なくともその端部の一端が切刃として構成されている工具を開示している。コア・ボディあるいはキャリアは、フィラー材、炭素繊維及びカーボンブラックを含む。少なくとも一つの切刃が、ボディの一端部にあり、ダイヤモンドあるいは立方晶窒化ホウ素結晶体からなり、 $\alpha$ -あるいは $\beta$ -炭化珪素あるいはその混合物から成る中間層によってキャリア・ボディに連結されている。

日本特許No. J P-A-06091541は、高速回転（砥石車にかかる遠心力に関して）時の変形量が小さい砥石車を開示している。この目的のため、砥石車は、円周上に炭素繊維を渦巻き状に巻いて積層し、その積層物をエポキシ樹脂等の樹脂で固めて形成されている。このような渦巻き構造は、砥石車の円周方向を強化している。しかし、エポキシ樹脂を、炭素構造を強化するための結合材として使用したために、この砥石車は高温向きではない、あるいは高温では使用できない。なぜならば、エポキシ樹脂などの有機結合材は、比較的低い温度でも軟化して、意図した強度が失われるからである。

そして、米国特許第4, 353, 953号は、基板支持面に一体的に結合された多結晶ダイヤモンド繊維及び／あるいは立方晶窒化ホウ素繊維の一体コンポジットに関する。多結晶ダイヤモンド繊維及び／あるいは立方晶窒化ホウ素から成る面における結晶体は、炭化珪素及び単体珪素を含む媒体によって、キャリア構造面に結合している。このように、材料は2層システム、すなわち、ダイヤモンドなどの結晶体が、珪素や炭化珪素を用いて、キャリア・ボディに結合されるようなものとして存在する。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 B24B3/34 B24B3/34 //B24B33/08		International Application No. PCT/EP 98/00291
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 B24B B24B B23C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are indicated in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 353 953 A (MORELOCK CHARLES R) 12 October 1982	1
A	see column 14, line 25 - column 15, line 13; figure 1	2-4
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 354 (H-1632), 5 July 1994 & JP 06 091541 A (OSAKA DIAMOND IND CO LTD; OTHERS: OI), 5 April 1994, see abstract	1
A	see abstract	2
A	US 4 504 284 A (OHNO JOHN N) 12 March 1985 see abstract	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the substantiation of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but called to uphold/extend the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "M" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 May 1998		Date of mailing of the international search report 04/06/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5011 Patentstrasse 2 8250 Zug (Switzerland) Tel (+31-70) 240-2040, Telex 31 651 upa nl, Fax (+31-70) 240-3016		Authorized officer Eschbach, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 98/00291

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4353953 A	12-10-1982	US 4247304 A	27-01-1981
		AT 373189 B	27-12-1983
		AU 534225 B	12-01-1984
		AU 5373879 A	03-07-1980
		CA 1136863 A	07-12-1982
		EP 0012966 A	09-07-1980
		IN 152702 A	17-03-1984
		JP 1464335 C	28-10-1988
		JP 55126580 A	30-09-1980
		JP 63013952 B	28-03-1988
		ZA 7906719 A	25-03-1981
US 4504284 A	12-03-1985	CA 1185776 A	23-04-1985

---

フロントページの続き

(72)発明者 マルティン フリース  
ドイツ連邦共和国 フリッケンハウゼン  
D-72636 ボイレナー ヴァーゼン